

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ
З ДИСЦИПЛІНИ**

«САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ОСНОВИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА ВОДОВІДВЕДЕННЯ»

*(для студентів 6 курсу денної та заочної форм навчання
спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями))*

Харків – ХНУМГ ім. О. М. Бекетова – 2016

Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Санітарно-гігієнічні основи водопостачання та водовідведення» (для студентів 6 курсу денної та заочної форм навчання спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями)) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. О. Ковальова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 30 с.

Укладач О. О. Ковальова

Рецензент канд. техн. наук, доц. Г. І. Благодарна

Затверджено кафедрою водопостачання, водовідведення та очищення вод,
протокол № 1 від 27.08.2015 р.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ.....	4
ЗМ 1.1 Гігієнічні вимоги до якості питної води. Гігієнічні питання спеціальних методів обробки води.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1 Санітарна оцінка джерела централізованого господарсько-питного водопостачання.....	5
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2 Органолептичне дослідження об'єктів зовнішнього середовища.....	8
ЗМ 1.2 Санітарні вимоги до розміщення та експлуатації каналізаційних та водопровідних споруд. Організація санітарного нагляду за системами водопостачання.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3 Визначення меж зон санітарної охорони (ЗСО) водозаборів.....	14
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4 Визначення санітарних умов випуску стічних вод у водоймища.....	20
Список джерел.....	29

ВСТУП

Гігієнічне значення води визначається насамперед фізіологічною потребою в ній людини. Вода, як повітря та їжа, є тим елементом зовнішнього середовища, без якого неможливе життя. Людина без води може прожити лише 5–6 діб. Це пояснюється тим, що тіло людини в середньому на 65% складається з води. Вода відіграє в організмі людини важливу роль. Без води не відбувається ні один біохімічний, фізіологічний і фізико-хімічний процес обміну речовин і енергії, неможливі травлення, дихання, анаболізм (асиміляція) і катаболізм (дисиміляція), синтез білків, жирів, вуглеводів з чужорідних білків, жирів, вуглеводів харчових продуктів. Така роль води обумовлена тим, що вона є універсальним розчинником, в якому рідкі й газоподібні, тверді неорганічні речовини створюють молекулярні або іонні розчини, а органічні речовини знаходяться переважно в молекулярному і колоїдному стані.

Саме тому вона бере безпосередню або непрямую участь практично у всіх життєво важливих процесах: всмоктуванні, транспорті, розщепленні, окисненні, гідролізі, синтезі, осмосі, дифузії, резорбції, фільтрації, виведенні та ін.

Потреба організму в воді задовольняється за рахунок питної води, напоїв і продуктів харчування, особливо рослинного походження.

У разі вживання неякісної води створюється реальна небезпека розвитку інфекційних і неінфекційних захворювань. Статистика ВООЗ свідчить, що майже 3 млрд. населення планети користуються недоброякісною питною водою. З більш ніж 2 тис. хвороб техногенного походження 80 % виникають унаслідок вживання питної води незадовільної якості. З цієї причини щорічно 25 % населення світу ризикують захворіти, приблизно кожен десятий житель планети хворіє, майже 4 млн. дітей і 18 млн. дорослих вмирають. Вважається, що з 100 випадків онкологічних захворювань від 20 до 35 (особливо товстої кишки і сечового міхура) обумовлені вживанням хлорованої питної води.

Саме тому надзвичайно важливі гігієнічна роль води та її значення для профілактики інфекційних і неінфекційних захворювань.

За таких умов важливого значення набуває підготовка висококваліфікованих фахівців, які б могли кваліфіковано вирішувати питання санітарно-гігієнічних умов очищення природних і стічних вод. Все це обумовлює актуальність вивчення дисципліни «Санітарно-гігієнічні основи водопостачання та водовідведення».

ЗМ 1.1 ГІГІЄНІЧНІ ВИМОГИ ДО ЯКОСТІ ПИТНОЇ ВОДИ. ГІГІЄНІЧНІ ПИТАННЯ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ВОДИ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 1

Санітарна оцінка джерела централізованого господарсько-питного водопостачання

Завдання. За результатами аналізу лабораторних досліджень води (див. Додаток В) дайте висновок про відповідність якості води ділянки водозабору нормативним вимогам. Відзначте, за якими показниками якості води не відповідає гігієнічним вимогам.

Вказівки до виконання

Позитивну роль у збереженні й зміцненні здоров'я людей, у профілактиці інфекційних та неінфекційних хвороб, у створенні належних санітарно-побутових умов вода відіграватиме лише у разі відповідності її якості певним вимогам. До кожного типу води висувають певні гігієнічні вимоги. Є свій набір науково обґрунтованих гігієнічних нормативів якості води і правил контролю за їх дотриманням. Створено і впроваджено в практику відповідний нормативний документ (державний стандарт), яким повинен керуватися фахівець, даючи гігієнічний висновок про якість води.

Всі показники якості води, виходячи з їх гігієнічного значення, можна розділити на такі групи: 1) органолептичні показники; 2) показники нешкідливості за хімічним складом; 3) показники епідемічної безпеки. Останнім часом в окремі групи виділяють показники радіаційної безпеки і фізіологічної повноцінності води.

Питна вода, яку використовує населення, повинна бути доброякісною, тобто мати добрі органолептичні властивості, бути нешкідливою за хімічним, зокрема радіонуклідним, складом, безпечною в епідемічному відношенні і фізіологічно повноцінною.

Методика оцінювання якості води за даними санітарного обстеження і результатами лабораторного дослідження (методика «читання» аналізу води)

Маючи уявлення про якість води, можна запропонувати заходи щодо профілактики інфекційних і неінфекційних хвороб, які можуть передаватися через воду. Для цього необхідно вміти інтерпретувати аналіз води, тобто зробити висновок про її якість. Методика (алгоритм) «читання» аналізу води складається з 7 етапів.

На *першому етапі* треба встановити тип вимог до якості води. Розрізняють чотири основних типи таких вимог.

Перший тип – це вимоги до якості питної води при централізованому господарсько-питному водопостачанні. Якість її повинна відповідати показникам діючого стандарту (Державні санітарні норми та правила

«Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною» (ДСанПіН 2.2.4-171-10) [4]).

Другий тип – це вимоги до якості колодязної (джерельної) води. Вона повинна також бути якісною і відповідати вимогам ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4].

Третій тип – це вимоги до якості води джерел (підземних і поверхневих) централізованого господарсько-питного водопостачання. Вимоги до якості води джерел централізованого водопостачання регламентуються ГОСТом 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора».

Четвертий тип – це вимоги до якості гарячої води, яка повинна відповідати вимогам «Санитарных правил проектирования и эксплуатации систем централизованного горячего водоснабжения» № 2270-80.

На *другому етапі* треба визначитися, які завдання поставлені перед вами. А саме: зробити висновок про якість питної водопровідної або колодязної води, оцінити якість і ефективність водопідготовки на спорудах водопровідної станції, встановити причину карієсу або флюорозу, причину розвитку у дитячого населення і людей похилого віку метгемоглобемії, з'ясувати причину тієї або іншої інфекції водного походження, визначитися щодо впливу на якість питної води нових реагентів, які використовують на водопровідних станціях або нових полімерних матеріалів, з яких виготовлені конструкції водоочисних споруд або водопровідні труби тощо.

На *третьому етапі* необхідно визначитися щодо програми і обсягу лабораторних досліджень. Для висновку про якість питної водопровідної води (із крана або вуличної водорозбірної колонки), а також колодязної води згідно із ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4] повинні бути досліджені показники епідемічної безпеки питної води (мікробіологічні та паразитологічні), санітарно-хімічні показники безпечності та якості питної води (органолептичні, фізико-хімічні показники, санітарно-токсикологічні показники), радіаційні показники, показники фізіологічної повноцінності мінерального складу питної води. Визначають також вміст фторидів. Для з'ясування можливої причини карієсу або флюорозу потрібно визначити вміст фтору в питній воді, водно-нітратної метгемоглобемії – концентрацію нітратів, інфекційного захворювання – провести бактеріологічні або вірусологічні дослідження, впливу полімерних матеріалів – відповідні хімічні аналізи та інше.

На *четвертому етапі* перевіряють повноту поданих матеріалів і звертають увагу на терміни виконання досліджень.

Якщо проба води відібрана на водопровідній станції або з водорозбірної колонки чи шахтного колодязя, потрібно навести дані санітарного (санітарно-топографічного, санітарно-технічного, санітарно-епідеміологічного) обстеження і результати лабораторного дослідження води згідно із програмою досліджень.

Якщо проба води відібрана із водопровідного крана, слід навести результати лабораторного дослідження води згідно з відповідною програмою досліджень.

Бактеріологічні дослідження повинні бути проведені впродовж 2 годин після відбору проби або за умов зберігання в холодильнику при температурі 1–8 °С – не пізніше ніж через 6 годин. Фізико-хімічний аналіз проводять впродовж 4 годин після взяття проби або за умов зберігання в холодильнику при температурі 1–8 °С – не пізніше ніж через 48 годин.

На **п'ятому етапі** аналізують надані матеріали і роблять відповідні висновки за даними санітарного обстеження.

Санітарно-топографічне обстеження є незамінним засобом гігієнічного оцінювання джерела водопостачання, водопровідної станції, водорозбірних колонок, колодязів тощо. Починають з вивчення матеріалів про геологічну будову місцевості, визначають рельєф місцевості, глибину залягання ґрунтових вод, характер ґрунту. При цьому обстежують територію навколо джерела, щоб виявити об'єкти, які забруднюють ґрунт, місця випуску стічних вод, визначають відстань від потенційних джерел забруднення і виявляють їх характеристики.

Під час санітарно-технічного обстеження оглядають джерело водопостачання, його водозабірний пристрій. Звертають увагу на правильність облаштування і експлуатації артезіанської свердловини, шахтного колодязя, вуличної водорозбірної колонки, іншого устаткування. Визначають можливість проникнення забруднень у воду джерела або в підземні води, що живлять його.

Санітарно-епідемічне обстеження джерел водопостачання проводять з метою визначення епідеміологічного стану району, в якому розташоване водне джерело, виявлення хворих і носіїв тих інфекційних захворювань, які можуть передаватися через воду тощо.

На підставі даних санітарного обстеження роблять попередні висновки: чи є підстави підозрювати, що вода може бути забрудненою, неякісною, епідемічно небезпечною; чи є умови для забруднення води в джерелі водопостачання, колодязі, водорозбірній колонці.

На **шостому етапі** аналізують дані лабораторного дослідження води за кожною групою показників (окремо) і роблять висновки.

На підставі результатів лабораторного дослідження води дають якісну і кількісну оцінку. Наприклад, загальна жорсткість води складає 9 мг-екв/дм³. У висновку вказують: «Вода жорстка, із загальною жорсткістю понад норму 7 мг-екв/дм³». Якщо сухий залишок води 750 мг/дм³, то відзначають: «Вода прісна, оскільки сухий залишок – до 1000 мг/дм³, але підвищеної мінералізації». Якщо запах – 2 бали, присмак – 2 бали, каламутність – 1,5 мг/л, кольоровість – 20°, то висновок буде таким: «Вода без запаху, без присмаку, без кольору, тобто має приємні органолептичні властивості і за цією групою показників відповідає ДСанПіН 2.2.4-171-10 [4]».

На **сьомому етапі** роблять загальний висновок про якість води відповідно до завдання і при необхідності дають рекомендації щодо поліпшення її якості.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

Органолептичне дослідження об'єктів зовнішнього середовища

Завдання: користуючись органолептичними методами дослідження, проведіть визначення кольору, запаху, смаку, прозорості питної води; проведіть органолептичне дослідження одного з продуктів (хліб, молоко, м'ясо, риба тощо), предмета побуту із пластмаси. Заповніть протокол досліджень.

Джерело води, продукт і предмет побуту студент обирає самостійно та вказує їх назви у протоколі.

Вказівки до виконання

Методи дослідження, при яких пізнання зовнішніх і частково деяких внутрішніх властивостей об'єкта зовнішнього середовища проводиться за допомогою органів чуття, називаються органолептичними.

Внаслідок простоти, доступності й високої чутливості органолептичні методи набули великого поширення в санітарній практиці.

При органолептичному методі враховують такі ознаки об'єкта, як забарвлення, форма, консистенція, колір, запах, смак, наявність сторонніх включень і домішок. Найчастіше ці ознаки оцінюють при санітарному обстеженні води, повітря, ґрунту, харчових продуктів. Зміна зовнішнього вигляду цих об'єктів часто є передумовою для проведення ширших гігієнічних досліджень з метою визначення ступеня санітарного неблагополуччя об'єкта і, отже, можливого шкідливого впливу його на організм. Різка зміна одного або декількох зовнішніх ознак може розцінюватися як показник санітарного неблагополуччя об'єкта. Так, поява запаху води, різкої каламутності або наявність видимих включень є приводом для відмови населення від користування цією водою.

Оцінка доброякісності харчових продуктів ґрунтується на органолептичних випробуваннях, часто без додаткових інструментальних досліджень. Наприклад, поява гнильного запаху м'яса, в'яла його консистенція часто роблять неможливим вживання такого м'яса в харчуванні. Точно також наявність шкідників у крупі, борошні, сторонніх забруднюючих домішок виключає їх використання.

При появі стороннього запаху в повітрі житлових, громадських і навіть виробничих приміщень зміна прозорості повітря є сигналом санітарного неблагополуччя повітряного середовища. Враховуючи достатню інформативність органолептичних ознак відносно оцінки санітарного стану різних об'єктів зовнішнього середовища, багато зовнішніх ознак введені в ГОСТи і нормативні документи як критерії, що визначають ступінь санітарного благополуччя об'єкта. Так, при санітарній оцінці води враховують її прозорість, запах, колір і смак. Прозорість води є важливою ознакою її доброякісності. Каламутна питна вода зовні неприємна і підозріла в епідемічному відношенні. Прозорість води залежить від наявності механічних зважених частинок або від певних хімічних сполук, що випадають у воді у вигляді пластівців (наприклад, гідрат окислу заліза). У природних водоймищах прозорість води визначається

особливостями геологічної будови порід, умовами формування вододжерела, ступенем забруднення.

У природних водоймищах прозорість води оцінюється в сантиметрах або метрах товщини води, через яку є чітко видимим білий емальований або фаянсовий диск діаметром не більше 30 см. У лабораторних умовах прозорість води оцінюється якісно шляхом порівняння прозорості досліджуваної води із дистильованою, наливою в безколірний циліндр або склянку заввишки 40 см і шириною 3–5 см. Візуально ступінь прозорості води оцінюють за наступною шкалою: прозора, слабо опалесціюча, опалесціюча, слабо мутна, мутна, дуже мутна. Кількісний спосіб визначення прозорості полягає в тому, що досліджувану воду після перемішування наливають в безколірний циліндр із прозорим плоским дном. Циліндр ставлять на друкарський шрифт Снеллена № 1 і дивляться через стовп води зверху вниз, випускаючи воду із циліндра через нижній отвір до тих пір, поки через стовп води, що залишився, можна буде чітко прочитати шрифт. Прозорість визначається висотою стовпа води в сантиметрах. Якщо стовп води вище 30 см, то вода оцінюється як прозора. Вода із прозорістю від 20 до 30 см вважається слабо мутною, від 10 до 20 см – мутною, менше 10 см – дуже мутною.

Ознаками, що визначають доброякісність води, є запах, смак, наявність присмаків. Проби води для визначення запаху, смаку, присмаку і кольоровості не консервуються. Визначення проводять не пізніше ніж через 2 години після відбору проби. Доброякісна вода не має запаху. Наявність запаху робить воду неапетитною. Деякі запахи визначають органічним забрудненням і дають привід вважати її підозрілою в епідемічному відношенні.

Запахи можуть бути природного (природного) і штучного походження. Природні запахи виникають при цвітінні водоймищ, пов'язані з розкладанням органічних речовин рослинного походження; торф'яний, болотистий ґрунт також надає воді певний запах. Запахи штучного походження пов'язані із забрудненням водоймищ промисловими стічними водами, стоками із вигребів, хлорування води тощо.

Запах води визначають таким чином: у широкогорлу колбу місткістю 250–300 мл наливають 100 мл води, закривають колбу склом, вміст струшують, проводячи обертальні рухи, потім знімають скло, направляють потік повітря із колби до обличчя досліджуваного і визначають характер й інтенсивність запаху. Таким же чином визначають запах підігрітої води. Запах води позначається термінами: землистий, болотистий, аптечний, гнильний, хлорний, вуглеводневий, рибний, сірководневий тощо.

Кількісну оцінку запаху води проводять шляхом визначення інтенсивності за п'ятибальною шкалою (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Кількісна оцінка запаху води

Інтенсивність запаху	Оцінка в балах	Характер появи запаху
Немає	0	Запах не відчувається
Дуже слабкий	1	Запах не визначається споживачем, але виявляється при лабораторному дослідженні
Слабкий	2	Запах помічається споживачем, якщо звернути на нього увагу
Помітний	3	Запах легко помічається і викликає несхвальний відгук про воду
Сильний	4	Запах звертає на себе увагу і примушує утримуватися від пиття
Дуже сильний	5	Запах настільки сильний, що робить воду непридатною для пиття

Запахи води тісно пов'язані із смаком. Розрізняють чотири основні смакові відчуття: солоне, гірке, кисле, солодке. Всі інші смакові відчуття називаються присмаками. Сила смакового відчуття залежить від концентрації і температури дратівливої речовини. Дослідження води на смак можливо тільки для вод свідомо нешкідливих. У сумнівних випадках воду слід прокип'ятити, охолодити до 15–20 °С і тільки потім пробувати на смак. Для визначення смаку воду набирають в рот малими порціями, тримають у роті декілька секунд, не проковтуючи.

Питна вода звичайно має приємний освіжаючий смак, без стороннього присмаку. Присмак води частіше залежить від підвищених концентрацій деяких мінеральних солей в ній. Солі заліза в кількості більше 0,5 мг/дм³ додають воді чорнильний присмак; солі важких металів – терпкий, сірчаноокислі й фосфорноокислі солі в кількості більше 100 мг/дм³ – гіркий присмак, при вмісті хлоридів 200–300 мг/дм³ вода набуває солонуватий присмак, а при концентрації більше 500 мг/дм³ – явно солоний смак. Можливий присмак від хлору, що залишається після знезараження води. Забруднення води органічними речовинами тваринного походження додає воді неприємний смак.

Характер смаку виражається позначеннями: солоний, гіркий, кислий, солодкий; присмаки – рибний, металевий, хлорний і ін.

Кількісну оцінку смаку і присмаку води проводять за п'ятибальною шкалою (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Кількісна оцінка смаку і присмаку води

Оцінка інтенсивності смаку і присмаку в балах	Інтенсивність смаку і присмаку	Характер прояву смаку і присмаку
0	Ні	Смак і присмак не відчуються
1	Дуже слабкий	Смак і присмак не відчуються споживачем, але виявляються при лабораторному дослідженні
2	Слабкий	Смак і присмак помічаються споживачем, якщо звернути на це увагу
3	Помітний	Смак і присмак легко помічаються і викликають несхвальний відгук про воду
4	Чіткий	Смак і присмак звертають на себе увагу і примушують утриматися від пиття
5	Дуже сильний	Смак і присмак настільки сильні, що роблять воду непридатною до вживання

Зміна кольору об'єктів зовнішнього середовища часто є однією з важливих ознак їх санітарного стану. Колір є однією з ознак зовнішнього вигляду об'єкту. Визначення кольору води входить в санітарний аналіз води. Питна вода безколірна. Забарвлення води залежить від багатьох причин. Болотисті води мають жовтуватий відтінок за рахунок домішки гумінових речовин. Домішка глини додає воді молочнуватий відтінок, солей заліза – зеленуватий. Забарвлення води часто залежить від інтенсивного розмноження мікроорганізмів і нижчих рослин. Скидання промислових і господарсько-побутових стічних вод приводить до зміни забарвлення природних вод.

Забарвлення води є причиною відмови від водокористування. Колір води визначають шляхом порівняння із дистильованою водою, наливою в безколірні циліндри, в кількості не менше 40 мл.

Порівняння кольору досліджуваної і дистильованої води проводиться на білому фоні. Зважені частинки у воді додають забарвленню опалесцюючий відтінок, тому перед визначенням кольору досліджувана вода повинна бути профільтрована. Колір води характеризується наступними термінами: безколірна, ясно-жовта, темно-жовта, бура, ясно-зелена, зелена, темно-зелена тощо.

Інтенсивність забарвлення води – кольоровість, визначається кількісно шляхом порівняння випробовуваної води із шкалою стандартних розчинів в умовних градусах.

Органолептичні методи дослідження харчових продуктів мають велике значення і часто є такими, що визначають при оцінці їх доброякісності, оскільки кожен харчовий продукт має свої, властиві тільки йому ознаки доброякісності, які визначаються зовнішніми властивостями – консистенцією, формою, кольором, запахом, смаком.

Зміна зовнішніх властивостей часто є ознакою недоброякісності продукту. От чому при санітарній експертизі харчових продуктів органолептичні методи дослідження мають важливе значення. При оцінці органолептичних властивостей продуктів треба знати, що смак і запах продукту має специфічні для даного продукту особливості, тому оцінка цих ознак, як правило, проводиться якісно, а не кількісно.

При органолептичній оцінці молока наголошується білий із жовтуватим відтінком колір, специфічний смак і запах. Консистенція молока не повинна бути водянистою. Доброякісне молоко залишає на стінках склянки білуваті потьоки.

Доброякісність хліба характеризується визначеною для даного зразка формою, із рівною і гладкою поверхнею, без тріщин, здуття, пригорілих місць і сторонніх включень. М'якиш хліба однорідний, дрібно пористий, без борошняних прошарків і непропеченого тіста, пружний, не липкий. Запах хліба ароматний, смак специфічний для даного виду хліба.

Метод санітарного опису і органолептичні дослідження використовуються при санітарній оцінці одягу, будівельних матеріалів, навчальних посібників, іграшок, побутового посуду і ін.

Органолептичні методи дослідження займають важливе місце в арсеналі методів, використовуваних для санітарної оцінки, широко вживаних в народному господарстві пластичних мас і штучних шкір, враховується не тільки зовнішній вигляд матеріалу (колір, наявність малюнка, характер поверхні, ступінь еластичності), але й оцінюється наявність запаху, за рахунок виділення летючих компонентів, що входять до складу пластичних мас. Ці ж питання враховуються при санітарній оцінці побутового посуду й іграшок, виготовлених із пластмас.

ПРИКЛАД

протоколу за темою «Методи органолептичного дослідження різних об'єктів зовнішнього середовища»

Для дослідження взята вода з міського водопроводу, у якості харчового продукту – вершкове масло, у якості предмету з пластмаси – кулькова ручка.

1.	Органолептичні властивості зразка води: із водопроводу (вказати район міста, де взята проба)	
	колір.....	безколірна
	запах: - інтенсивність..... - характер.....	1 бал Запах не визначається споживачем
	смак (після кип'ятіння і остудження води): - інтенсивність..... - характер.....	1 бал Смак і присмак не відчуються споживачем
	прозорість.....	25 см
2.	Органолептичні властивості харчового продукту: вершкове масло	
	зовнішній вигляд.....	Прямокутної форми, в упаковці
	упаковка.....	Фольга із специфічним малюнком
	запах.....	Вершковий
	колір.....	Жовтувато-молочний
	смак, присмак.....	Специфічний для даного виду масла, присмак молочний
3.	Органолептичні властивості побутового предмету із пластичної маси: <i>кулькова ручка</i>	
	колір.....	Синій
	наявність малюнка.....	Немає
	характер поверхні.....	Ребристий
	ступінь еластичності...	Нееластична
	наявність запаху.....	Не відчувається

ЗМ 1.2 САНІТАРНІ ВИМОГИ ДО РОЗМІЩЕННЯ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ КАНАЛІЗАЦІЙНИХ ТА ВОДОПРОВІДНИХ СПОРУД. ОРГАНІЗАЦІЯ САНІТАРНОГО НАГЛЯДУ ЗА СИСТЕМАМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

Визначення меж зон санітарної охорони (ЗСО) водозаборів

Завдання: Визначити і накреслити перший і другий пояси зон санітарної охорони підземного джерела водопостачання. Розрахувати завдання для двох випадків: 1 – свердловина не має зв'язку з поверхневим водоймищем; 2 – свердловина має зв'язок із поверхневим водоймищем.

Вихідні дані за варіантами наведені в Додатку Г.

Вказівки до виконання

Розрахункові методи визначення другого поясу ЗСО підземних вододжерел

Другий пояс ЗСО на водопроводі з підземного вододжерела призначений для запобігання забрудненню водоносного горизонту. Звичайно розміри цього поясу визначаються за воронкою депресії. Якщо вона не відома, то користуються розрахунковим методом. Для цього необхідно знати гідрогеологічні й гідродинамічні параметри, що характеризують рух підземних вод стосовно місцевих умов в районі кожного водозабору.

За умовами безпеки водопостачання в епідеміологічному відношенні важливим параметром при встановленні меж другого поясу є час просування води в природному потоці до водозабору (T , доб.) або час, необхідний для самоочищення води підземного водоносного горизонту. Приймається інтервал часу, протягом якого відбувається втрата життєздатності патогенних мікроорганізмів, що потрапили в потік. Вибір розрахункової величини T значною мірою визначається захищеністю водоносного горизонту. Так, при використанні ґрунтових вод T рекомендується приймати 200 діб, міжпластових – $T > 100$ діб. В умовах вірогідного надходження в горизонт сальмонел (сусідство свинарського господарства), здатних виживати у воді до 200 діб, або мікобактерій туберкульозу, що зберігають життєдіяльність в навколишньому середовищі до 300 діб, ці особливості доцільно врахувати при виборі T .

Для визначення необхідної протяжності другого поясу окрім величини T необхідно мати такі характеристики: Q – дебіт водозабору, м³/добу; h – потужність водоносного горизонту, м; i – ухил природного потоку, K – коефіцієнт фільтрації, м/добу (табл. 3.1); μ – активна пористість (відношення об'єму пор до об'єму водоносної породи); q – одинична витрата природного потоку, м/добу ($q = Khi$).

Таблиця 3.1 – Коефіцієнт фільтрації для різної характеристики порід

Характеристика порід	K , м/добу
Добре водопроникні (галечники, крупнозерністі піски)	10
Водопроникні (піски, тріщинуваті породи)	10–1
Слабководопроникні (мергелі, пісковики, супіски)	1–0,01
Дуже слабководопроникні (глинисті, пісковики, супіски, суглинки)	0,01–0,001
Непроникні, практично водотривкі (глини тощо)	0,001

За наведеними характеристиками розраховують необхідні для подальшої роботи узагальнені параметри:

- ✓ величина відбору води з одиниці потужності водоносного горизонту:

$$A = Q/h; \quad (3.1)$$

- ✓ відношення одиничної витрати природного потоку до дебіту водозабору:

$$B = q/Q = K h i / Q; \quad (3.2)$$

- ✓ об'єм відбору води з урахуванням заданої тимчасової характеристики і пористості породи:

$$C = QT/\mu h. \quad (3.3)$$

Відповідно до викладеної методики встановлюють протяжність другого поясу від водозабору вгору (R) і вниз (r) по підземному потоку, а також в обидві сторони в напрямках, перпендикулярних до потоку (α) (рис. 3.1).

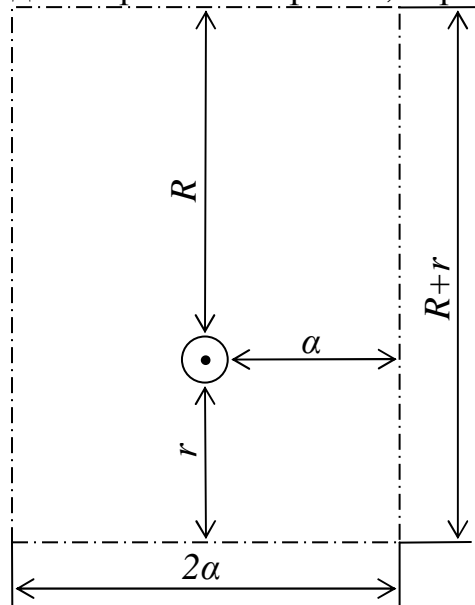


Рисунок 3.1 – Визначення меж другого поясу ЗСО:

- r – відстань від місця водозабору до межі СЗЗ проти напрямку перебігу ґрунтових вод;
- R – відстань від місця водозабору до межі СЗЗ за напрямком перебігу ґрунтових вод;
- α – відстань від місця водозабору до межі СЗЗ по перпендикуляру до напрямку перебігу ґрунтових вод

Розрахунки виконують за одним з двох основних варіантів: для водозабору, що не має гідравлічного зв'язку з поверхневим вододжерелом, або для водозабору, гідравлічно тісно з ним зв'язаному. Для кожного з варіантів передбачена можливість визначення за графічним або табличним методом з використанням вищевказаних узагальнених параметрів. У випадках з T не більше 100 діб застосовується табличний метод, в інших – графічний.

При визначенні розмірів ЗСО одиночного водозабору, розташованого у віддаленні від поверхневого вододжерела, за графіком (рис. 3.2) із точки на осі абсцис графіка, що відповідає отриманій величині C , встановлюють перпендикуляр до перетину з однією із кривих у системі R із установленої розрахунком величини B . Із точки перетину проводять перпендикуляр на вісь ординат, де й знаходять шукане значення R . Аналогічно визначають величину r . Величина α , як видно з графіків, визначається для всіх випадків за однією кривою.

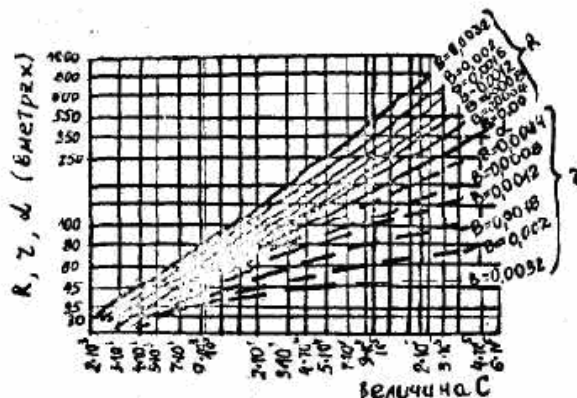


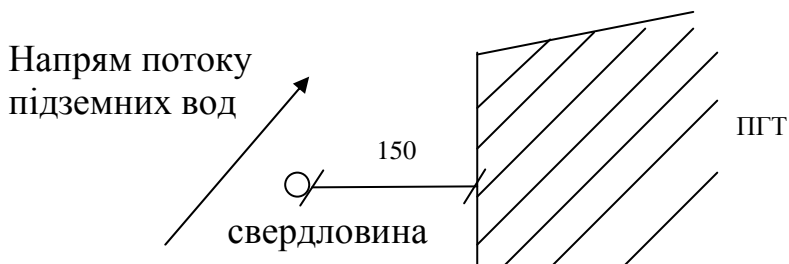
Рисунок 3.2 – Графік для визначення розмірів ЗСО одиночного водозабору

Табличний метод визначення розмірів ЗСО підземних вододжерел, що не мають гідралічного зв'язку з поверхневими джерелами, припускає використання таблиці 3.2, де ліворуч даються в зростаючому порядку значення параметра A , а вгорі (по горизонталі) – значення параметра B . Відповідно до отриманих при розрахунку параметрів A та B на перетині таблиці знаходять величини R та r , а далі праворуч наприкінці таблиці – величину α . Якщо величини A та B не збігаються із зазначеними в таблиці, застосовують інтерполяцію між більшою і меншою величинами (стосовно знайденого).

Межі ЗСО для водозаборів, гідралічно тісно зв'язаних з поверхневим вододжерелом, визначають за таблицею 3.3.

Приклади розрахунків

Приклад 1. Для водопостачання населеного пункту на його околиці пробурена свердловина завглибшки 110 м. Потужність водоносного горизонту (пісковик) $h = 36$ м. Водоносний горизонт перекритий двома багатометровими шарами глини, глинистих пісковиків і суглинків. Дебіт свердловини $Q = 1700$ м³/добу. За даними буріння для водоносного горизонту коефіцієнт фільтрації $K = 0,01$ м/добу, ухил природного потоку $i = 0,001$, активна пористість $\mu = 0,15$.



Визначити й накреслити межі поясів ЗСО за умови, що в районі свердловини не має суттєвого джерела побутових та інших забруднень і поверхневих водоймищ.

Рішення

Оскільки джерело водопостачання не пов'язане з поверхневим водоймищем, то для визначення розмірів ЗСО 2-го поясу можна користуватися табличним методом (табл. 3.2). $T = 100$ діб.

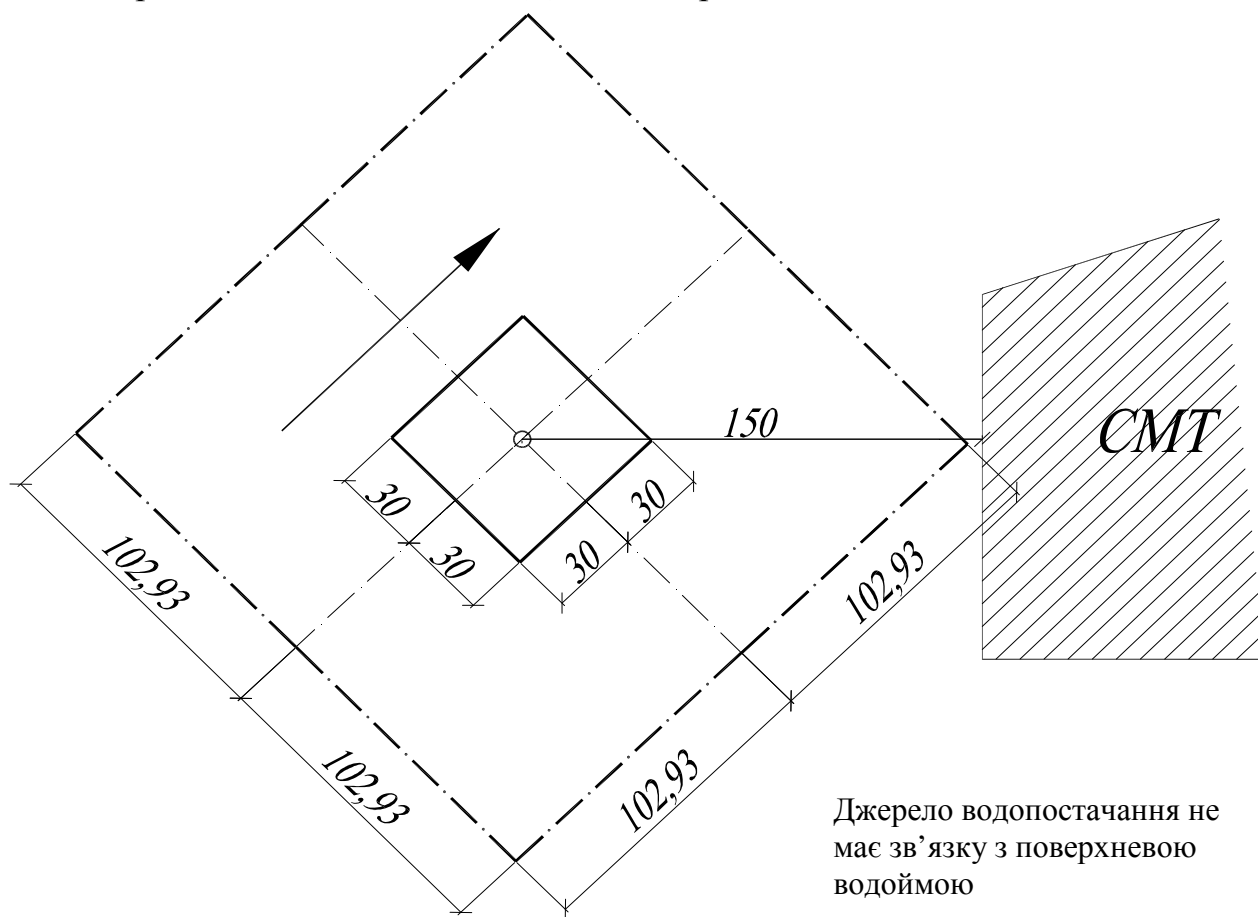
Розраховуємо необхідні величини:

$$A = \frac{Q}{h} = \frac{1700}{36} = 47,2;$$

$$B = \frac{Khi}{Q} = \frac{0,01 \cdot 36 \cdot 0,001}{1700} = 0,2 \cdot 10^{-6}.$$

За цими даними визначаємо $R_0 = 102,93$ $r_0 = 102,93$, $\alpha = 102,93$.

Перший пояс ЗСО згідно з ДБН [2] дорівнює 30 м.



Умовні позначення:

- - перший пояс ЗСО
- - другий пояс ЗСО

Креслення необхідно зробити в масштабі 1:5000, 1:10000 на міліметровці або в будь-якому графічному редакторі.

Таблиця 3.2 – Визначення розмірів другого поясу зони санітарної охорони (джерело водопостачання не пов’язане з поверхневим водоймищем)

$A=Q/h$	Породи (характер водоносного горизонту)	μ	$B = K h i / Q$												Величина α для усіх значень
			0,00		0,0004		0,0008		0,0012		0,0016		0,002		
			R_0	r_0	R	r	R	r	R	r	R	r	R	r	
15	Рихлі	0,15	60	60	60	60	70	60	70	55	70	50	75	50	60
	Скельні	0,03	130	130	150	120	160	110	175	100	190	80	210	70	130
		0,015	180	180	210	160	240	140	280	120	300	100	350	80	180
30	Рихлі	0,15	80	80	90	75	95	70	100	70	105	60	120	60	80
	Скельні	0,03	180	180	210	160	240	140	280	120	300	100	350	80	180
		0,015	250	250	310	200	370	160	420	140	500	100	600	80	250
45	Рихлі	0,15	100	100	110	90	120	90	130	80	140	70	150	60	100
	Скельні	0,03	220	220	270	180	310	150	330	130	400	100	480	80	220
		0,015	310	310	400	240	500	180	600	150	700	100	850	80	310
60	Рихлі	0,15	120	120	130	110	140	100	150	90	160	80	130	70	120
	Скельні	0,03	250	250	310	200	370	160	420	140	500	100	600	80	250
75	Рихлі	0,15	130	130	150	120	160	115	175	110	190	90	210	70	130
	Скельні	0,03	290	290	350	230	410	170	500	150	600	100	720	80	290
90	Рихлі	0,15	140	140	160	130	180	110	190	100	210	90	240	80	140
	Скельні	0,03	310	310	400	240	500	180	600	150	700	100	850	80	310

Таблиця 3.3 – Визначення розмірів другого поясу зони санітарної охорони (джерело водопостачання пов'язане з поверхневим водоймищем)

$A=Q/h$	Породи (характер водоносного горизонту)	μ	$B = K h i / Q$												Величина α для значень B
			0,00		0,0004		0,0008		0,0012		0,0016		0,002		
			R_0	r_0	R	r	R	r	R	r	R	r	R	r	
15	Рихлі	0,15	50	75	55	70	55	60	60	65	65	60	70	60	50
	Скельні	0,03	110	160	130	150	140	140	160	130	180	120	190	105	110
		0,015	160	230	190	200	220	280	240	160	270	150	800	130	160
30	Рихлі	0,15	70	100	75	95	80	90	90	90	95	80	105	75	70
	Скельні	0,03	160	250	190	200	220	180	240	160	270	150	310	130	150
		0,015	220	320	280	270	350	230	370	210	430	180	500	150	220
45	Рихлі	0,15	85	125	95	120	105	110	100	105	120	95	140	85	85
	Скельні	0,03	190	280	240	240	290	210	310	190	350	170	410	140	190
		0,015	270	400	370	320	450	270	490	240	560	190	550	150	270
60	Рихлі	0,15	100	150	110	140	130	130	140	120	150	110	170	100	100
	Скельні	0,03	220	320	280	270	350	230	370	210	430	180	500	150	320
75	Рихлі	0,15	110	160	130	150	140	140	160	130	180	180	190	105	110
	Скельні	0,03	270	400	370	320	450	270	290	240	560	190	550	150	270
90	Рихлі	0,15	120	180	140	160	150	150	180	140	200	130	220	110	120
	Скельні	0,03	270	470	370	320	450	270	290	240	560	190	550	150	270

Приклад 2. Свердловина має зв'язок з річкою. Водоносний обрій – пісок потужністю 10 м. Граничний дебіт свердловини 600 м³/добу.

Визначити, на яких відстанях від ріки розташувати свердловину, розрахувати інші розміри ЗСО.

$\mu = 0,15$, $i = 0,000$, $K = 10$ м/добу.

Рішення. Для водозаборів з водоносного обрію, гідравлічно тісно зв'язаних з водоймою, розрахунковим методом можна користуватися в тому випадку, якщо водойма перебуває в задовільному санітарному стані й повністю відповідає за бактеріальним станом вимогам ГОСТ 2761-84 [6].

$$A = \frac{600}{10} = 60; \quad B = \frac{10 \cdot 10 \cdot 0,000}{600} = 0.$$

Розміри другого поясу ЗСО: $r = 150$ м (відстань до річки), $R = 100$ м, $\alpha = 100$ м.

Межа першого поясу ЗСО встановлюється 50 м (згідно ДБН [2]).

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 4

Визначення санітарних умов випуску стічних вод у водоймища

Завдання: За вихідними даними визначити умови скидання стічних вод у водоймище. Зробити висновки.

Вихідні дані до завдання за варіантами наведені в Додатку Д. Дані про шкідливі й токсичні речовини наведені в Додатку Д, а.

Вказівки до виконання завдання

Обґрунтування умов випуску стічних вод – це розрахунок допустимого вмісту в них шкідливих речовин (або інших шкідливих факторів стоків), при якому скидання стоків у водоймище не матиме негативних наслідків (не змінить вид водокористування).

СанПіН 4630-88 [5] обмежують випуск стоків у водоймища. Стоки повинні бути максимально використані в оборотній системі водопостачання. Технологія виробництва, її раціоналізація направлені на повне виключення (або значне обмеження) стічних вод, використання їх в сільському господарстві. СанПіН 4630-88 [5] забороняють до випуску певні категорії стічних вод. При неможливості уникнути скидання стоків у водоймище в кожному конкретному випадку визначають умови їх випуску.

Всі водні об'єкти діляться на чотири групи (гігієнічна класифікація) із допустимим, помірним, високим і надзвичайно високим ступенем забруднення (табл. 22 [1]). Критерій забруднення – органолептичний (запах, присмак), токсикологічний (кратність перевищення ГДК), загальносанітарний (БСК, розчинений кисень) і бактеріологічний показники. Узагальнені індекси забруднення (ступінь забруднення) – від нульового до третього (із надзвичайно високим забрудненням).

Нормативи якості води повинні відповідати вимогам СанПіН 4630-88 [5] в точці, віддаленій від пункту водокористування на 1 км вище за течією. Вимоги до якості (складу і властивостям) води приведені в таблиці 4.1 [1].

Таблиця 4.1 – Гігієнічні вимоги до складу і властивостей води водних об'єктів у пунктах господарсько-питного і культурно-побутового водокористування

Показник складу і властивостей води	Категорія водокористування	
	1-а	2-а
Зважені речовини*	Вміст зважених речовин не повинен збільшуватися більш ніж на: 0,25 мг/дм ³ 0,75 мг/дм ³ Для водоймищ, що містять в період межені більше 30 мг/дм ³ природних мінеральних речовин, допускається збільшення вмісту зважених речовин у воді в межах 5%	
Плаваючі домішки (речовини)	Суспензії із швидкістю випадання більше 0,4 мм/с (речовини) для проточних водоймищ і більше 0,2 мм/с для водосховищ до спуску забороняються. На поверхні водоймища не повинні виявлятися плаваючі плівки, плями мінеральних масел і скупчення інших домішок	
Запахи	Вода не повинна набувати невластивих їй запахів інтенсивністю більше 1 балу, що виявляється: безпосередньо, при безпосередньо подальшому хлоруванні або інших способах обробки	
Забарвлення	Не повинно виявлятися в стовпчику 20 см	10 см
Температура	Літня температура води внаслідок спуску стічних вод не повинна підвищуватися більш ніж на 3°C в порівнянні з середньомісячною температурою найжаркішого місяця року за останні 10 років	
Водневий показник (рН)	Не повинен виходити за межі 6,5–8,5	
Мінеральний склад	Не повинен перевищувати по сухому залишку 1000 мг/дм ³ , зокрема хлоридів 350 мг/дм ³ , сульфатів 500 мг/дм ³	
Розчинений кисень	Не повинен бути менше 4 мг/дм ³ в будь-який період року в пробі, відібраній до 12 години дня	
БСК _{повн}	Не повинно перевищувати при 20°C: 3,0 мгО ₂ /дм ³ 6,0 мгО ₂ /дм ³	
ХСК	Не повинно перевищувати: 15,0 мгО ₂ /дм ³ 30,0 мгОг/дм ³	
Збудники захворювань	Вода не повинна містити збудників захворювань	
Лактозопозитивні кишкові палички (ЛКП)	Не більше 10000 в дм ³ **	Не більше 5000 в дм ³
Коліфаги (у бляшкоутворюючих одиницях)	Не більше 100 в дм ³ **	Не більше 100 в дм ³
Життєздатні яйця гельмінтів (аскарид, власоголов, токсокар, фасциол), онкосфери тенид і життєздатні цисти патогенних кишкових простих	Не повинні міститися в 1 дм ³	
Хімічні речовини	Не повинні міститися в концентраціях, перевищуючих ГДК або ОДР	

* Вміст у воді зважених антропогенних речовин (пластівці гідроксидів металів, що утворюються при очищенні стічних вод, частинки азбесту, скловолокна, базальту, капрону, лавсану тощо) регламентується згідно із п. 2.4 і п. 4.4 СанПіН 4630-88 [5].

** Не розповсюджується на джерела децентралізованого господарсько-питного водопостачання

Умови випуску стоків визначають з урахуванням кількості, складу і властивостей як стічних вод, так і води водоймища.

Кратність розбавлення розраховують за формулою

$$n = \frac{Q \cdot a + q}{q}, \quad (4.1)$$

де Q – середньогодинна витрата води річки, м³/с;

q – витрата стічних вод, м³/с;

a – коефіцієнт змішення (при повному розбавленні він рівний 1, в інших випадках менше 1).

Запах і кольоровість. Співставляються величини розбавлення, при яких досягаються нормативні вимоги (лабораторні дослідження), із величиною розбавлення, знайденою при розрахунку умов випуску в конкретне водоймище.

Зважені речовини розраховують за формулою

$$C_{cm} = \left(\frac{Q \cdot a}{q} + 1 \right) \cdot C_{don} + C_p, \quad (4.2)$$

де C_{don} – допустиме збільшення вмісту суспензій у водоймищі залежно від його категорії водокористування (0,25 або 0,75 мг/дм³);

C_p – кількість суспензій у воді водоймища до випуску стічних вод, мг/дм³.

Регламентация шкідливих (сульфати, хлориди, щільний залишок) і токсичних речовин.

$$C_{cm} = \frac{Q \cdot a}{q} (C_{ГДК} - C_p) + C_{ГДК}, \quad (4.3)$$

де C_{cm} – допустима концентрація забруднювача в стоках, мг/дм³;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація цього забруднювача у водоймищі, мг/дм³;

C_p – концентрація забруднювача у водоймищі на 1 км вище за місце випуску стоків, мг/дм³.

За наявності ряду токсичних речовин однакової лімітуючої ознаки шкідливості необхідно врахувати їх комбінований вплив за допомогою рівняння

$$\frac{C_{cm_1}}{ГДК_1} + \frac{C_{cm_2}}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{cm_n}}{ГДК_n} \leq 1. \quad (4.4)$$

Якщо сума відносин концентрацій всіх речовин ($C_{cm_1}, C_{cm_2}, C_{cm_n}$) однієї лімітуючої ознаки шкідливості до свого ГДК виявилася більше одиниці, то слід розглянути можливі способи зменшення концентрацій кожної з речовин у воді. При цьому в процесі проектування скидання стічних вод є можливість вибору тих речовин із усіх, що беруть участь в комбінованій дії, концентрацію яких в стоках можна зменшити найбільш доступними способами.

Допустиме значення біологічного споживання кисню (БСК).

При розрахунку граничної величини БСК стічних вод треба враховувати, що за час руху суміші (річкова вода плюс стічні води) від місця випуску СВ до місця водокористування частина органічних речовин окислюється. Швидкість

споживання кисню органічними речовинами в процесі їх окислення в річці, визначується константою швидкості процесу окислення K (табл. 4.2 [1]), змінюється залежно від температури води, якості органічних речовин й інших обставин.

Таблиця 4.2 – Величина константи швидкості процесів окислення при різних температурах

$T, ^\circ\text{C}$	K	$T, ^\circ\text{C}$	K	$T, ^\circ\text{C}$	K	$T, ^\circ\text{C}$	K
0	0,04	12	0,07	20	0,10	26	0,13
5	0,05	15	0,08	22	0,11	28	0,14
9	0,06	18	0,09	24	0,12	29	0,15

Граничну величину БСК визначають за формулою

$$БСК_{cm} = \frac{Q \cdot a \cdot (БСК_t - БСК_p \cdot 10^{-Kt})}{q \cdot 10^{-Kt}} + \frac{БСК_t}{10^{-Kt}}, \quad (4.5)$$

де $БСК_{cm}$ – допустима величина $БСК_n$ стічних вод, при якій випуск стоків у водоймище не приведе до підвищення $БСК_t$ суміші річкової води із стічними водами більш ніж до 3 або 6 мг/дм³;

Q і q – витрати в річці і стічних вод, м³/ч;

a – коефіцієнт змищення;

$БСК_t$ – гранично допустима величина БСК суміші річкової води із стоками біля пункту водокористування (відповідно СанПіН [5] дорівнює 3 або 6 мгО₂/дм³ залежно від категорії водокористування);

$БСК_p$ – БСК річкової води вище за місце випуску стічних вод;

10^{-Kt} – коефіцієнт, що визначає швидкість окислення органічних речовин у водоймищі (табл. 4.3).

Регламентация БСК стоку, мгО₂/дм³, за кисневим режимом водоймища.

Одним з показників санітарного стану водоймищ є вміст у воді розчиненого кисню. На величину цього показника роблять вплив численні фактори, головними з яких є температура води, процеси споживання кисню на окислення органічних речовин і реаерація.

При низькій температурі води у водоймищі й відсутності льодового покриву і наявності реаерації спостерігається збільшення вмісту розчиненого кисню. Із підвищенням температури води виявляється зворотна залежність. Вода вважається насиченою киснем, якщо останній міститься в ній в межах його розчинності при даних температурі і тиску (табл. 4.4)

У практиці санітарного нагляду проводять розрахунок умов випуску стічних вод за розчиненим киснем, необхідним для окислення органічних речовин у стічних водах:

$$БСК_{cm_{O_2}} = 2,5 \frac{Q \cdot a}{q} (O_{2p} - 0,4БСК_p - 4) - 10, \quad (4.6)$$

де $БСК_{cm_{O_2}}$ – допустима концентрація органічних речовин в стоках;

BCK_p – вміст органічних речовин у воді водоймища до випуску стічних вод;

O_{2_p} – вміст розчиненого кисню в річковій воді до випуску стічних вод;

0,4 – коефіцієнт для перерахунку повного споживання кисню в дводобове;

4 – допустимий найменший вміст розчиненого кисню у воді водоймища після випуску стічних вод (згідно СанПіН [5]);

10 – емпіричний коефіцієнт $\left(\frac{4}{0,4} = 10\right)$.

Таблиця 4.3 – Значення величини при змінних K (див. табл. 4.2) і $t_{доб}$

K	$t_{доб}$									
	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0
0,04	0,977	0,955	0,912	0,871	0,832	0,794	0,759	0,692	0,631	0,575
0,06	0,966	0,933	0,871	0,813	0,759	0,708	0,661	0,575	0,501	0,437
0,08	0,955	0,912	0,832	0,759	0,692	0,631	0,575	0,479	0,398	0,337
0,10	0,944	0,891	0,794	0,708	0,631	0,572	0,501	0,398	0,316	0,251
0,12	0,933	0,871	0,759	0,661	0,575	0,501	0,436	0,331	0,251	0,191
0,14	0,922	0,851	0,724	0,617	0,525	0,447	0,322	0,275	0,200	0,145
0,16	0,912	0,832	0,692	0,575	0,479	0,398	0,331	0,229	0,159	0,110
1,18	0,903	0,823	0,661	0,537	0,437	0,355	0,288	0,191	0,126	0,083
0,20	0,981	0,794	0,631	0,501	0,393	0,316	0,251	0,158	0,100	0,063
0,22	0,881	0,776	0,603	0,468	0,363	0,283	0,219	0,132	0,079	0,049
0,24	0,871	0,759	0,575	0,437	0,331	0,251	0,191	0,110	0,063	0,036
0,26	0,861	0,741	0,550	0,407	0,302	0,224	0,166	0,091	0,050	0,025
0,28	0,851	0,724	0,525	0,380	0,275	0,199	0,145	0,076	0,050	0,021
0,30	0,841	0,708	0,501	0,355	0,251	0,178	0,126	0,063	0,032	0,016
0,40	0,794	0,631	0,398	0,251	0,158	0,100	0,063	0,025	0,010	0,016
0,50	0,750	0,565	0,316	0,178	0,100	0,056	0,032	0,010	0,003	0,001

Таблиця 4.4 – Розчинність кисню в 1 л води при різній температурі й тиску 760 мм рт. ст.

$T, ^\circ\text{C}$	$O_2, \text{мг}$	$T, ^\circ\text{C}$	$O_2, \text{мг}$	$T, ^\circ\text{C}$	$O_2, \text{мг}$
1	14,23	11	11,08	21	8,89
2	13,84	12	10,83	22	8,83
3	13,48	13	10,60	23	8,68
4	13,13	14	10,37	24	8,53
5	12,80	15	10,15	25	8,38
6	12,48	16	9,95	26	8,22
7	12,17	17	9,74	27	8,07
8	11,87	18	9,64	28	7,92
9	11,59	19	9,35	29	7,77
10	11,33	20	9,17	30	7,63

Ці розрахунки правомірні для побутових стічних вод. У разі надходження у водоймище виробничих стічних вод або їх суміші із побутовими стічних вод умови випуску можуть бути розраховані, якщо експериментально визначена константа споживання кисню.

Регламентация температури, °C.

$$T_{cm} = \left(\frac{Q \cdot a}{q} + 1 \right) \cdot T_{don} + T_p, \quad (4.7)$$

де T_{don} – допустиме СанПіН підвищення температури води водоймища (не більше, ніж на 3 °C);

T_p – максимальна температура води водоймища до випуску стічних вод у літній період.

У результаті роблять висновки про *необхідну ефективність очищення стічних вод* за кожним показником:

- ✓ за допустимим значенням BCK ;
- ✓ за кисневим режимом водоймища $BCK_{повн}$ стоку;
- ✓ за температурою;
- ✓ тощо.

ПРИКЛАД

виконання лабораторної роботи з визначення умов скидання стічних вод у водоймище

Вихідні дані:

Річка (водоймище I категорії)		Стічні води	
Середньогодинна витрата води річки Q	48 м ³ /с	Витрата стічних вод q	1,42 м ³ /с
Коефіцієнт змішення a	0,7	Вміст зважених речовин	100 мг/дм ³
Вміст зважених речовин	150 мг/дм ³	$BCK_{повн}$	150 мгО ₂ /дм ³
BCK_p	2 мгО ₂ /дм ³	BCK_{O_2}	200 мгО ₂ /дм ³
t	24°C	t	56°C
Окислюваність	5 мгО ₂ /дм ³		
Свинець	не виявлено	Свинець	15,0 мг/дм ³
Селен		Селен	1,0 мг/дм ³
Нікель		Нікель	10,0 мг/дм ³
Фториди		Фториди	18,0 мг/дм ³

ГДК шкідливих речовин для даної категорії водокористування: ГДК_{Pb} = 0,3 мг/дм³, ГДК_{Se} = 0,001 мг/дм³, ГДК_{Ni} = 0,1 мг/дм³, ГДК_{фториди} = 1,5 мг/дм³. Лімітуюча ознака шкідливості даних речовин – санітарно-токсикологічна.

Визначити умови скидання стічних вод у водоймище.

Рішення:

$$q = 1,42 \text{ м}^3/\text{с} = 5112 \text{ м}^3/\text{год};$$

$$Q = 48 \text{ м}^3/\text{с} = 172800 \text{ м}^3/\text{год}.$$

1. Визначаємо кратність розбавлення:

$$n = \frac{Q \cdot a + q}{q} = \frac{48 \cdot 0,7 + 1,42}{1,42} = 24,66,$$

де Q – середньогодинна витрата води річки, $\text{м}^3/\text{с}$;

q – витрата стічних вод, $\text{м}^3/\text{с}$;

a – коефіцієнт змішення.

2. Визначаємо умови скидання за *зваженими речовинами*:

$$C_{cm} = \left(\frac{Q \cdot a}{q} + 1 \right) \cdot C_{don} + C_p = \left(\frac{48 \cdot 0,7}{1,42} + 1 \right) \cdot 0,25 + 150 = 156,17 \text{ мг/дм}^3$$

де C_{don} – допустиме збільшення вмісту суспензій у водоймищі залежно від його категорії водокористування (0,25 або 0,75 мг/дм^3 [6]);

C_p – кількість суспензій у воді водоймища до випуску стічних вод, мг/дм^3 .

3. Визначаємо умови скидання за *шкідливими і токсичними речовинами*:

$$C_{cm} = \frac{Q \cdot a}{q} (C_{ГДК} - C_p) + C_{ГДК},$$

де C_{cm} – допустима концентрація забруднювача в стоках, мг/дм^3 ;

$C_{ГДК}$ – гранично допустима концентрація цього забруднювача у водоймищі, мг/дм^3 ;

C_p – концентрація забруднювача у водоймищі на 1 км вище за місце випуску стоків, мг/дм^3 .

$$C_{cm}^{Pb} = \frac{48 \cdot 0,7}{1,42} (0,3 - 0) + 0,3 = 7,399 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{cm}^{Se} = \frac{48 \cdot 0,7}{1,42} (0,001 - 0) + 0,001 = 0,0247 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{cm}^{Ni} = \frac{48 \cdot 0,7}{1,42} (0,1 - 0) + 0,1 = 2,466 \text{ мг/дм}^3;$$

$$C_{cm}^{Фториди} = \frac{48 \cdot 0,7}{1,42} (1,5 - 0) + 1,5 = 36,99 \text{ мг/дм}^3.$$

У зв'язку з тим, що токсичні речовини відносяться до однакової лімітуючої ознаки шкідливості, необхідно врахувати їх комбінований вплив за допомогою рівняння:

$$\frac{C_{cm_1}}{ГДК_1} + \frac{C_{cm_2}}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_{cm_n}}{ГДК_n} \leq 1.$$
$$\frac{7,399}{0,3} + \frac{0,0247}{0,001} + \frac{2,466}{0,1} + \frac{36,99}{1,5} = 98,64 > 1.$$

4. Граничну величину BCK знаходимо за формулою

$$BCK_{cm} = \frac{Q \cdot a \cdot (BCK_t - BCK_p \cdot 10^{-Kt})}{q \cdot 10^{-Kt}} + \frac{BCK_t}{10^{-Kt}} =$$

$$= \frac{172800 \cdot 0,7 \cdot (3 - 2 \cdot 0,933)}{5112 \cdot 0,933} + \frac{3}{0,933} = 31,98 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3,$$

де BCK_{cm} – допустима величина BCK_n стічних вод, при якій випуск стоків у водоймище не приведе до підвищення BCK_t суміші річкової води із стічними водами більш ніж до 3 або 6 мг/дм³;

Q і q – витрати в річці і стічних вод, м³/год;

a – коефіцієнт змішення;

BCK_t – гранично допустима величина BCK суміші річкової води із стоками біля пункту водокористування (відповідно СанПіН [5] 3 або 6 мгО₂/дм³ залежно від категорії водокористування);

BCK_p – BCK річкової води вище за місце випуску стічних вод;

10^{-Kt} – коефіцієнт, що визначає швидкість окислення органічних речовин у водоймищі.

5. Визначимо регламентацію $BCK_{повн}$ стоку, мгО₂/дм³, за кисневим режимом водоймища:

$$BCK_{cm_{O_2}} = 2,5 \frac{Q \cdot a}{q} (O_{2_p} - 0,4 BCK_p - 4) - 10 =$$

$$= 2,5 \cdot \frac{172800 \cdot 0,7}{5112} (8,53 - 0,4 \cdot 2 - 4) - 10 = 210,65 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3,$$

де $BPK_{cm_{O_2}}$ – допустима концентрація органічних речовин у стоках;

BCK_p – вміст органічних речовин у воді водоймища до випуску стічних вод;

O_{2_p} – вміст розчиненого кисню в річковій воді до випуску стічних вод;

0,4 – коефіцієнт для перерахунку повного споживання кисню в дводобове;

4 – допустимий найменший вміст розчиненого кисню у воді водоймища після випуску стічних вод (за СанПіН [6]);

10 – емпіричний коефіцієнт $\left(\frac{4}{0,4} = 10 \right)$.

6. Визначаємо умови скидання за температурою, °С.

Температура стічної води не повинна перевищувати:

$$T_{cm} = \left(\frac{Q \cdot a}{q} + 1 \right) \cdot T_{дон} + T_p = \left(\frac{48 \cdot 0,7}{1,42} + 1 \right) \cdot 3 + 24 = 97,99^\circ\text{C},$$

де $T_{дон}$ – допустиме СанПіН [5] підвищення температури води водоймища (не більше, ніж на 3 °С);

T_p – максимальна температура води водоймища до випуску стічних вод в літній період.

Висновки:

Визначаємо необхідну ефективність очищення за кожним показником відповідно до формули

$$E_i = \frac{C_{вих} - C_{кін}}{C_{вих}} \cdot 100\% . \quad (4.8)$$

1. Необхідна ефективність очищення за зваженими речовинами:

$$E_{зв.р.} = \frac{100 - 156,17}{100} \cdot 100\% = -56,17\% .$$

Стічні води допустимі до скидання за зваженими речовинами.

2. Комбінований вплив токсичних речовин перевищує 1, отже, стічні води потребують очищення.

За кожною речовиною необхідна ефективність очищення складе:

$$E_{шкідл.реч.}^{Pb} = \frac{15 - 7,399}{15} \cdot 100\% = 50,67\% ;$$

$$E_{шкідл.реч.}^{Se} = \frac{1 - 0,0247}{1} \cdot 100\% = 97,53\% ;$$

$$E_{шкідл.реч.}^{Ni} = \frac{10 - 2,466}{10} \cdot 100\% = 75,34\% ;$$

$$E_{шкідл.реч.}^{Фториди} = \frac{18 - 36,99}{18} \cdot 100\% = -105,5\% .$$

3. Необхідна ефективність очищення за $BCK_{повн}$:

$$E_{BCK} = \frac{150 - 31,98}{150} \cdot 100\% = 78,68\% .$$

4. Необхідна ефективність очищення за кисневим режимом водоймища:

$$E_{BCK_{cmO_2}} = \frac{200 - 210,65}{200} \cdot 100\% = -5,33\% .$$

Вихідна стічна вода може бути скинута у водоймище без очищення за кисневим режимом.

5. Необхідна ефективність за температурою:

Температура стічних вод, що скидаються, повинна задовольняти умові

$$T_{CB_{вих}} \leq T_{cm} ; \quad 56^\circ C \leq 97,99^\circ C .$$

Вихідна стічна вода може бути скинута у водоймище без охолодження.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ

1. Руководство к лабораторным занятиям по коммунальной гигиене: Учебн. пособие / Е. И. Гончарук, Р. Д. Габович, С. И. Гаркавый и др.; Под ред. Е. И. Гончарука. – Москва : Медицина, 1990. – 416 с.: ил.
2. ДБН В.2.5–74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
3. ДБН В.2.5–75:2013. Каналізація. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. – Київ : Мінрегіон України, 2013. – 96 с.
4. ДСанПіН 2.2.4–171–10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». – Затверджено МОЗ України 12.05.2010. – Київ, 2010.
5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения СанПиН 4630–88. – Москва, 1989.
6. ГОСТ 2761–84. Джерела централізованого господарсько-питного водопостачання. Гігієнічні, технічні вимоги і правила вибору. – 1986.
7. Коммунальная гигиена / Е. И. Гончарук, В. Г. Бардов, С. И. Гаркавий, А. П. Яворовский и др.; под ред. Е. И. Гончарука. – Киев : Здоров'я, 2006. – 792 с.
8. Гончарук О. В. Основи екології: Навчальний посібник для підготовки бакалаврів / О. В. Гончарук, М. І. Маниліч, К. О. Волощук. – Чернівці : Видавництво «Книги ХХІ». – 2008. – 128 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до лабораторних робіт
з дисципліни

**«САНІТАРНО-ГІГІЄНІЧНІ ОСНОВИ ВОДОПОСТАЧАННЯ ТА
ВОДОВІДВЕДЕННЯ»**

*(для студентів 6 курсу денної та заочної форм навчання
спеціальності 8.17020201 – Охорона праці (за галузями))*

Укладач **КОВАЛЬОВА** Олена Олександрівна

Відповідальний за випуск *С. С. Душкін*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *О. О. Ковальова*

План 2016, поз. 138 М

Підп. до друку 29.03.2016
Друк на ризографі
Тираж 50 пр.

Формат 60x84/16
Ум. друк. арк. 1,8
Зам. №

Видавець і виготовлювач:
Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Революції, 12, Харків, 61002
Електронна адреса: rectorat@kname.edu.ua
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:
ДК № 4705 від 28.03.2014 р.